



# **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

## **ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

### **ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

#### **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η Τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας  
και Σχεδιασμός Εφαρμογής**

Καξηρής Θεόφιλος

**Εισηγητής: Νικόλαος Ζάχαρης, Καθηγητής**



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νικόλαο Ζάχαρη για την βοήθεια του και τον χρόνο που αφιέρωσε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Νάντια.



## Περίληψη

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μία από τις μεγαλύτερες τεχνολογικές τάσεις τα τελευταία χρόνια. Επιτρέπει στον χρήστη να έρθει σε επαφή με τον πραγματικό κόσμο, στον οποίο έχουν προστεθεί ψηφιακά αντικείμενα. Σε αυτή τη πτυχιακή θα απαντήσουμε στο ερώτημα “τι είναι επαυξημένη πραγματικότητα”. Επίσης, θα αναφερθούμε στους τρόπους εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας καθώς και στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση τέτοιων εφαρμογών. Τέλος, θα σχεδιάσουμε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που περιλαμβάνει εντοπισμό προσώπου, εικόνας και επιπέδων και θα αναλυθεί ο τρόπος ανάπτυξης αυτής.

## **ABSTRACT**

Augmented reality (AR) is one of the biggest technological trends in recent years. AR allows the user to experience the real world, which has been enhanced with digital objects. In this dissertation we will answer the question "what is augmented reality". We will also refer to the ways of applying augmented reality as well as the techniques used to implement such applications. Finally, we will design an augmented reality application that includes face, image and plane detection and analyze how it is developed.

## Περιεχόμενα

Λίστα Εικόνων.....	8
Συντομογραφίες.....	9
Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή.....	11
Κεφάλαιο 2 – Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	12
2.1 Τι είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα;.....	12
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	13
2.3 Τρόποι εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	17
2.3.1 Ε. Π. βασισμένη σε φυσικό δείκτη (Marker Based AR).....	17
2.3.2 Ε. Π. χωρίς φυσικό δείκτη (Marker less AR).....	18
2.3.3 Βασισμένη στην τοποθεσία του χρήστη (Location Based AR).....	19
Κεφάλαιο 3 – Τεχνικές και μέθοδοι.....	21
3.1 – Ταυτόχρονος εντοπισμός και χαρτογράφηση (Simultaneous Localization and Mapping – SLAM).....	21
3.2 – Εντοπισμός χαρακτηριστικών (Feature Detection).....	21
3.3 – Εντοπισμός οριζόντιων και κάθετων επιπέδων (Plane Detection).....	22
3.4 – Εντοπισμός Προσώπου (Face Detection).....	22
Κεφάλαιο 4 – Εργαλεία ανάπτυξης AR εφαρμογών.....	23
4.2 ARKit.....	25
4.3 ARCore.....	27
4.3.1 Καταγραφή Κίνησης (Motion Tracking).....	27
4.3.2 Κατανόηση του Περιβάλλοντος (Environmental Understanding).....	27
4.3.3 Κατανόηση του βάθους (Depth Understanding).....	27
4.3.4 Εκτίμηση φωτισμού (Light Estimation).....	29
Κεφάλαιο 5 – Σχεδιασμός Εφαρμογής.....	30
5.1 AR Foundation.....	31
5.2 Ρύθμιση του Unity και Εγκατάσταση Πακέτων.....	31
5.3 Εντοπισμός προσώπου σε πραγματικό χρόνο.....	34
5.3 Εντοπισμός εικόνας – δείκτη (AR Image Tracking).....	37
5.4 – Εντοπισμός επιπέδων (AR Plane Detection).....	41
Κεφάλαιο 6 – Συμπεράσματα.....	45
Βιβλιογραφία.....	46

## Λίστα Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1 LYMAN FRANK BAUN.....	13
ΕΙΚΟΝΑ 2 IVAN EDWARD SUTHERLAND .....	14
ΕΙΚΟΝΑ 3 Ο LUIS ROSENBERG ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΤΟΥ VIRTUAL FIXTURES..	15
ΕΙΚΟΝΑ 4 ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ POKEMON GO.....	16
ΕΙΚΟΝΑ 5 AUGMENTED REALITY MARKER.....	18
ΕΙΚΟΝΑ 6 Ε.Π. ΧΩΡΙΣ ΦΥΣΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ (MARKER LESS AR).....	19
ΕΙΚΟΝΑ 7 ΟΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ GPS.....	20
ΕΙΚΟΝΑ 8 ΕΙΚΟΝΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΙΣΤΟΤΟΠΟ ΤΗΣ VUFORIA ΠΟΥ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑ KEY POINTS ΤΗΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΙΜΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ.....	24
ΕΙΚΟΝΑ 9 ΕΙΚΟΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ VUFORIA ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ UNITY .....	24
ΕΙΚΟΝΑ 10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΕΙΚΟΝΑΣ ΜΕ VUFORIA.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 11 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΙΚΕΑ PLACE ΠΟΥ ΈΧΕΙ ΑΝΑΠΤΥΧΘΕΊ ΜΕ ΤΟ ARKIT .....	26
ΕΙΚΟΝΑ 12 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΣΤΟ ARCORE.....	29
ΕΙΚΟΝΑ 13 ΤΟ PACKAGE MANAGER ΤΟΥ UNITY ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΤΑ ΠΑΚΕΤΑ ARFOUNDATION, ARSUBSYSTEMS ΚΑΙ ARCORE XR PLUGIN.....	32
ΕΙΚΟΝΑ 14 ΤΟ HIERARCHY PANEL ΤΟΥ UNITY ΜΕ ΤΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΑΡΧΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ARFOUNDATION .....	33
ΕΙΚΟΝΑ 15 ΤΑ PLAYER SETTINGS ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	34
ΕΙΚΟΝΑ 16 ΤΟ AR CAMERA MANAGER COMPONENT .....	35
ΕΙΚΟΝΑ 17 ΤΟ AR FACE MANAGER COMPONENT .....	35



ΕΙΚΟΝΑ 18 ΤΟ MESH RENDERER COMPONENT ΜΕ ΤΟ FACEMATERIAL ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΟΥ .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 19 ΤΟ MATERIAL ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΜΑΣΚΑΣ .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 20 Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΑΣΚΑ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΤΑΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΟΥ .....	37
ΕΙΚΟΝΑ 21 Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΑΣΚΑ ΕΧΕΙ ΠΑΡΕΙ ΤΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΟΥ .....	37
ΕΙΚΟΝΑ 22 ΤΟ REFERENCE IMAGE LIBRARY ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	38
ΕΙΚΟΝΑ 23 ΤΟ SCRIPT ΤΟΥ ARFOUNDATION ΠΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΕΙΚΟΝΑΣ .....	38
ΕΙΚΟΝΑ 24 ΤΟ IMAGE TRACKER MANAGER SCRIPT ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΠΡΟΣΤΕΘΕΙ ΣΤΟ ARSESSION ORIGIN .....	41
ΕΙΚΟΝΑ 25 Ο ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΕΜΦΑΝΙΣΤΕΙ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΕΝΗ ΕΙΚΟΝΑ .....	41
ΕΙΚΟΝΑ 26 ΤΟ SCRIPT ΤΟΥ ARFOUNDATION ΠΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ....	42
ΕΙΚΟΝΑ 27 ΤΟ AR DEFAULT PLANE PREFAB ΜΕ ΤΟ GRASS ΥΛΙΚΟ ΣΤΟ MESH RENDERER COMPONENT .....	43
ΕΙΚΟΝΑ 28 PLANE DETECTION ΜΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΕ ΓΡΑΣΙΔΙ ΚΑΙ ΔΕΝΤΡΑ .....	44

## Συντομογραφίες

AR	Augmented Reality
VR	Virtual Reality
GPS	Global Position System
API	Application Programming Interface
Ε.Π.	Επαυξημένη Πραγματικότητα

## Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, βλέπουμε ότι εφαρμογές που χρησιμοποιούν επαυξημένη πραγματικότητα αυξάνονται. Όλο και περισσότερες εταιρίες επενδύουν στην ανάπτυξη εφαρμογών αυτής της τεχνολογίας. Μεγάλες εταιρίες όπως η google, Apple και Facebook, Inc στρέφονται στη δημιουργία Augmented Reality πακέτων ανάπτυξης εφαρμογών (AR – Software Development Kit) και AR βιβλιοθηκών διότι βλέπουν μεγάλη άνοδο σε αυτόν τον τομέα.

Επιπλέον, όλο και περισσότερες AR εμπορικές εφαρμογές βλέπουμε να φτάνουν στα χέρια των χρηστών από μεγάλες εταιρίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η πολύ γνωστή εφαρμογή της IKEA. Αυτή η εφαρμογή σου επιτρέπει να βλέπεις μέσα από το κινητό ακριβώς πως απεικονίζεται ένα προϊόν, παραδείγματος χάρη έπιπλο, στον τρισδιάστατο φυσικό χώρο. Έτσι, η διαδικασία αναζήτησης και αγοράς προϊόντος γίνεται πιο εύκολη και διασκεδαστική.

Ένας άλλος λόγος για τον οποίο οι εφαρμογές AR έχουν γίνει δημοφιλείς είναι διότι οι κινητές συσκευές έχουν εξελιχθεί σε ικανοποιητικό επίπεδο ώστε να μπορούν να ανταποκρίνονται σε αυτή την απαιτητική τεχνολογία. Σήμερα, τα κινητά έχουν αρκετή υπολογιστική ισχύ για εμφάνισή τρισδιάστατων γραφικών σε πραγματικό χρόνο, εξαιρετικά καλή ανάλυση κάμερας για εμφάνιση της εικόνας του φυσικού κόσμου και διάφορους αισθητήρες, για να μπορεί να καταλάβει τη σωστή τοποθεσία και περιστροφή του στο φυσικό χώρο.

Σκοπός της είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής προσθέτοντας χρήσιμες ψηφιακές πληροφορίες για τον χρήστη που θα ήταν αδύνατο να δει με γυμνό μάτι, μέσω κινητών συσκευών η κάποιου είδους βίντεο.

## Κεφάλαιο 2 – Βιβλιογραφική Επισκόπηση

### 2.1 Τι είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα;

Ο όρος Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality) αναφέρεται στην εμφάνιση του φυσικού κόσμου σε πραγματικό χρόνο ο οποίος έχει ενισχυθεί με εικονικά αντικείμενα αναπαραγόμενα από συσκευές υπολογιστών.

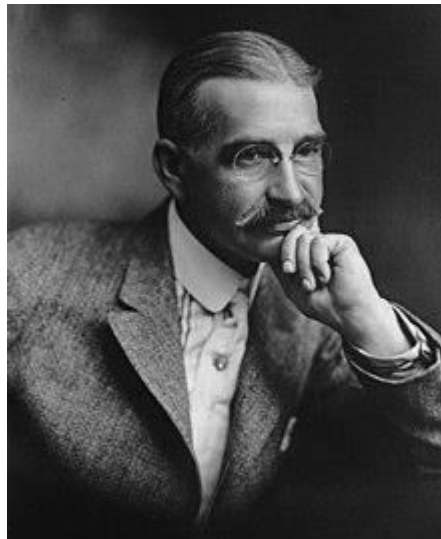
Ο στόχος της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality) είναι να φέρει στοιχεία του ψηφιακού κόσμου στην αντίληψη του ανθρώπου με αποτέλεσμα την ενίσχυση εμπειρίας και αλληλεπίδρασης με το πραγματικό περιβάλλον. Αυτό γίνεται με την χρήση AR τεχνολογιών (πχ κάμερα κινητού, ψηφιακή όραση κ.α.) όπου η ψηφιακή πληροφορία μπορεί να εμφανιστεί στην οπτική σκοπιά του χρήστη συγχωνευμένη με το πραγματικό κόσμο.

Η διαφορά της επαυξημένης πραγματικότητας από την Εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality ή VR) είναι στο ότι στην εικονική πραγματικότητα δεν χρησιμοποιούνται στοιχεία πραγματικού κόσμου παρά μόνο εικονικά αναπαραγόμενα από τον υπολογιστή.

Ένα παράδειγμα επαυξημένης πραγματικότητας είναι η αίσθηση βάθους. Αυτή, επιτρέπει τη θέαση ενός ψηφιακού αντικείμενου στο τρισδιάστατο χώρο καθώς θα καλύπτεται με πραγματικά αντικείμενα τα οποία είναι μπροστά από αυτό ενώ καλύπτει πραγματικά αντικείμενα τα οποία είναι πίσω από αυτό. Η Ε.Π. δεν περιορίζεται μόνο στη προσθήκη ψηφιακών αντικειμένων στο περιβάλλον αλλά και στην αφαίρεση πραγματικών αντικειμένων, ακόμα και σε άλλες αισθήσεις μας όπως η ακοή.

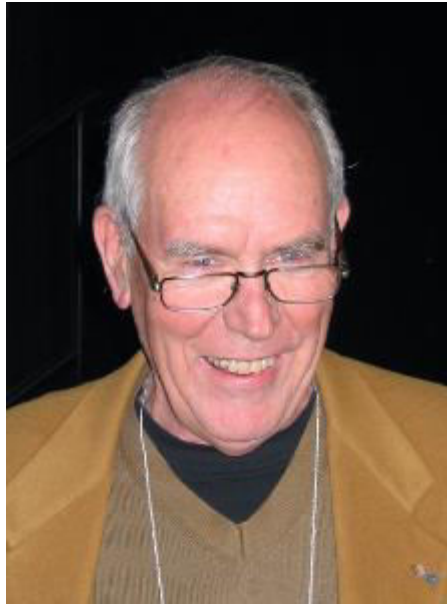
## 2.2 Ιστορική Αναδρομή

Αν και ο τομέας της επαυξημένης πραγματικότητας απασχολεί κυρίως τους σημερινούς επιστήμονες, υπήρχαν από παλιά συστήματα που αξιοποιούσαν τις δυνατότητες της. Η έννοια της εμφανίστηκε πρώτη φορά το 1901 στο σύγγραμμα του Lyman Frank Baun με τίτλο “The master key”. Σε αυτό, ένας δαίμονας είχε δώσει στον πρωταγωνιστή ένα ζευγάρι γυαλιά μέσα από τα οποία φαινόταν ένα συγκεκριμένο γράμμα του αλφάβητου στο κούτελο κάθε ανθρώπου ανάλογα με τον χαρακτήρα του.



*Εικόνα 1 Lyman Frank Baun*

Η εμφάνιση του πρώτου headset για χρήση σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας κατασκευάστηκε από τον Ivan Sutherland το 1968.



*Εικόνα 2 Ivan Edward Sutherland*

Στα μέσα του 1970 ο Myron Krueger δημιούργησε το Videoplace, ένα σύστημα τεχνητής πραγματικότητας (Artificial Reality) το οποίο ήταν σχεδιασμένο να ανιχνεύει τις κινήσεις του χρήστη, χρησιμοποιώντας πολλούς αισθητήρες οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι στον χώρο, καθιστώντας μη αναγκαία την χρήση εξοπλισμού από την πλευρά του χρήστη.

Παρά την μέχρι τότε πρόοδο, η πρώτη εμπορική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας ήταν από τον Tom Caudell, έναν ερευνητή της εταιρίας κατασκευής αεροπλάνων Boeing το 1990. Εκείνος μαζί με έναν συνεργάτη του με το όνομα David Mizell κατασκεύασαν ένα σύστημα που μέσω ενός headset θα εμφάνιζε πάνω σε πλάκες οδηγίες συνδεσμολογίας του αεροπλάνου διευκολύνοντας την δουλειά των μηχανικών. Η συσκευή μπορούσε πολύ εύκολα μέσω υπολογιστικού συστήματος να ρυθμιστεί και να δείχνει οδηγίες για διαφορετικό μοντέλο αεροπλάνου δίνοντάς της υψηλή δυναμικότητα.

Το 1992 ο Luis Rosenberg ανέπτυξε το σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας με το όνομα "Virtual Fixtures" στο ερευνητικό εργαστήριο της αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών. Ο χρήστης αυτού του συστήματος φορούσε ολόσωμο εξοπλισμό και είχε την δυνατότητα κουνώντας το χέρι του να ελέγξει έναν ρομποτικό βραχίονα σε απομακρυσμένο σημείο. Επιπλέον, ο χώρος με τον

βραχίονα είχε μία κάμερα από την οποία έβλεπε ο χρήστης μέσω του headset. Η κάμερα ήταν τοποθετημένη με τέτοιο τρόπο ώστε η θέση του βραχίονα σε σχέση με την κάμερα να είναι ίδια με τη θέση του χεριού του χειριστή σε σχέση με το κεφάλι του. Αυτό μαζί με το γεγονός ότι ο βραχίονας κινούταν ανάλογα με την κίνηση του χεριού του χειριστή δημιουργούσε μία αρκετά απορροφητική εμπειρία η οποία οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις στην αποδοτικότητα σε σύγκριση με παραδοσιακούς τρόπους ελέγχου.



*Εικόνα 3 Ο Luis Rosenberg κατά την διάρκεια δοκιμής του Virtual Fixtures*

Το 1998 σημειώθηκε η πρώτη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας για ψυχαγωγικούς σκοπούς σε έναν αγώνα ποδοσφαίρου στην Αμερική, όπου σε μία ζωντανή μετάδοση τοποθετήθηκε ψηφιακά μία γραμμή στο γήπεδο για να βοηθήσει τους τηλεθεατές να καταλάβουν την θέση ενός ορίου που είχε σημασία για τους κανόνες του παιχνιδιού. Η τοποθεσία αυτής της γραμμής υπολογιζόταν σε πραγματικό χρόνο και είχε σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εμφανίζεται πάνω από τους παίκτες ή την μπάλα, προκαλώντας έτσι την ψευδαίσθηση ότι ήταν ζωγραφισμένη πάνω στο γήπεδο. Από τότε, αυτή η γραμμή έχει καθιερωθεί και χρησιμοποιείται σε πολλούς από τους αγώνες που προβάλλονται.

Προχωρώντας στα πιο σύγχρονα χρόνια, το έτος 2009, το περιοδικό Esquire χρησιμοποίησε τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας για να κινήσει το

ενδιαφέρον των αναγνωστών του. Σε ένα τεύχος του, παρότρυνε τους αναγνώστες του να φέρουν το περιοδικό κοντά στην κάμερα του υπολογιστή τους έχοντας σε εκτέλεση ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα. Όταν γινόταν αυτό, ο ηθοποιός James Downey Jr., που ήταν στο εξώφυλλο του τεύχους, εμφανίστηκε και άρχισε να μιλάει.

Το 2013 η εταιρία αυτοκινήτων Volkswagen ανέπτυξε μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας προορισμένη για tablet μέσω της οποίας οι τεχνικοί βλέπουν πληροφορίες και οδηγίες για την επισκευή του αυτοκίνητου κοιτώντας το μέσω της κάμερας του tablet.



*Εικόνα 4 Το παιχνίδι Pokémon Go.*

Η δυνατότητα της επαυξημένης πραγματικότητας να δημιουργεί μία απορροφητική εμπειρία για τον χρήστη μπορεί να οδηγήσει και στη δημιουργία ψυχαγωγικών εφαρμογών. Αυτό ανακάλυψε η Niantic και σε συνεργασία με την Nintendo κυκλοφόρησαν, για τις συσκευές Android και iOS, το βιντεοπαιχνίδι



Pokemon Go, το οποίο χρησιμοποίησε την εν' λόγο τεχνολογία μαζί με την τοποθεσία της συσκευής μέσω GPS. Αυτό ήταν δυνατό να εμφανίζει ροκέμον σε συγκεκριμένα σημεία του πραγματικού κόσμου με τη βοήθεια του GPS, παροτρύνοντας τον παίχτη να παίξει εκτός της κατοικίας του. Η καινοτομία του Pokemon Go οδήγησε σε μεγάλη επιτυχία και ως αποτέλεσμα έφερε πολλούς ανθρώπους κοντά στην τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας.

Πλέον, η δυναμικότητα της επαυξημένης πραγματικότητας την έχει κάνει μία από τις σημαντικότερες τεχνολογίες για το μέλλον, γεγονός που έχει αναγνωριστεί από πολλές εταιρίες με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια να έχουν γίνει επενδύσεις σε ύψος δισεκατομμυρίων δολαρίων πάνω σε αυτήν. Η κατασκευή μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας έχει γίνει αρκετά πιο εύκολη από ότι ήταν παλιά λόγω των πολλών βιβλιοθηκών που έχουν δημιουργηθεί, παρακάτω θα αναφέρουμε αρκετές από αυτές. Είναι βέβαιο πως στο μέλλον θα εμφανιστούν πολλές νέες καινοτομίες βασισμένες σε αυτήν την τεχνολογία.

### **2.3 Τρόποι εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας**

Συχνοί τρόποι εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας η οι οποίοι θα αναλυθούν παρακάτω είναι η Ε. Π. βασισμένη σε φυσικό δείκτη, χωρίς φυσικό δείκτη και βασισμένη στην τοποθεσία του χρήστη.

#### **2.3.1 Ε. Π. βασισμένη σε φυσικό δείκτη (Marker Based AR)**

Ο δείκτης είναι μια εικόνα η οποία μπορεί να ανιχνευτεί από την κάμερα. Όταν εντοπίσει τον δείκτη η εφαρμογή εμφανίζει το ψηφιακό περιεχόμενο. Ο δείκτης θα πρέπει να είναι μια εύκολα ανιχνεύσιμη εικόνα, αυτό καθορίζεται από τα καλά χαρακτηριστικά της. Ένας συνηθισμένος δείκτης είναι μια ασπρόμαυρη εικόνα που αποτελείται από ένα άσπρο τετράγωνο και ένα απλό σχήμα σε μαύρο χρώμα στο εσωτερικό του.



*Εικόνα 5 Augmented Reality Marker*

Η εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας βασισμένη σε φυσικό δείκτη χρησιμοποιεί τον δείκτη για την τοποθέτηση του ψηφιακού περιεχομένου στη σκηνή. Ένα σημαντικό στοιχείο αυτής της τεχνολογίας για τον χρήστη είναι η θέση της ψηφιακής πληροφορίας στη σκηνή.

### **2.3.2 Ε. Π. χωρίς φυσικό δείκτη (Marker less AR)**

Σε αυτή τη μέθοδο δεν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος στόχος για την τοποθέτηση του ψηφιακού αντικείμενου. Οπότε, δεν χρειάζεται να εντοπιστεί ένα συγκεκριμένο αντικείμενο μέσα στο χώρο. Μερικές φορές μπορεί να θέλουμε απλά να τοποθετήσουμε ψηφιακά αντικείμενα στη σκηνή. Αυτά τα ψηφιακά αντικείμενα μπορεί να αιωρούνται στο χώρο ή να είναι ρεαλιστικά τοποθετημένα στην οπτική του χρήστη. Για να επιτευχθεί το δεύτερο, χρειάζεται να γίνει εντοπισμός οριζόντιων και κάθετων επιπέδων.



*Εικόνα 6 Ε.Π. χωρίς φυσικό δείκτη (Marker less AR)*

Η Ε.Π χωρίς φυσικό δείκτη χρησιμοποιεί κάποιους αισθητήρες, όπως αελερόμετρο, γυροσκόπιο, πυξίδα και δεδομένα εντοπισμού θέσεις (Global Position System – GPS) για να καταλάβει την τοποθεσία του κινητού σε σχέση με τα ψηφιακά αντικείμενα.

### **2.3.3 Βασισμένη στην τοποθεσία του χρήστη (Location Based AR)**

Αυτή η τεχνολογία βασίζεται στο GPS ώστε να πάρει τις γεωγραφικές συντεταγμένες του χρήστη, έπειτα ο εντοπισμός γίνεται σε γεωγραφικά σημεία ενδιαφέροντος, παραδείγματος χάρη μπορεί να γίνει ο εντοπισμός κάποιου μουσείου και να εμφανιστεί ψηφιακή πληροφορία για αυτό.



*Εικόνα 7 Οι πληροφορίες σε αυτό το παράδειγμα προέρχονται από το GPS*

Αυτή η τεχνολογία δεν χρειάζεται φυσικό στόχο για να εμφανίσει ψηφιακό περιεχόμενο διότι χρησιμοποιεί το GPS για τη πληροφορία που χρειάζεται οπότε πολλές φορές θεωρείται υποκατηγορία του Marker Less AR. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμη για πληροφορία δρόμων και οδών, όπου με την βοήθεια του GPS υπάρχει πληροφορία για την τοποθεσία του χρήστη επαυξημένη σε πραγματικό περιβάλλον.

## Κεφάλαιο 3 – Τεχνικές και μέθοδοι

Στον κόσμο του AR τα πραγματικά αντικείμενα επαυξάνονται και μπορείς να αντιδράσεις με αυτά. Όμως για να γίνει αυτό θα πρέπει πρώτα να εντοπισθούν και να αναγνωριστούν. Επίσης, θα πρέπει να υπάρχει πληροφορία για το περιβάλλον ώστε να αποθηκεύεται και να μη χρειάζεται να ξαναγίνει εντοπισμός κάθε φορά που θα κάνει μια περιστροφή η κάμερα. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν διάφορες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό αντικειμένων καθώς και τον εντοπισμό του χώρου στην επαυξημένη πραγματικότητα.

### **3.1 – Ταυτόχρονος εντοπισμός και χαρτογράφηση (Simultaneous Localization and Mapping – SLAM)**

Η μέθοδος SLAM είναι ο σχηματισμός ενός χάρτη σε ένα άγνωστο περιβάλλον και ο εντοπισμός της θέσης ή κίνησης της κάμερας μέσα σε αυτό. Η κινητή συσκευή για να μπορέσει να καταγράψει το περιβάλλον χρησιμοποιεί αισθητήρες ως είσοδο, που στη περίπτωση του κινητού τηλεφώνου είναι η RGB κάμερα. Έπειτα, γίνεται εξαγωγή χαρακτηριστικών σημείων από την εικόνα της κάμερας ώστε όταν περάσει στο επόμενο frame, το κινητό να μπορεί να καταλάβει την μετατόπιση της θέσης του μέσω της αλλαγής θέσης των χαρακτηριστικών που έχουν εντοπισθεί. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία η συσκευή θα πρέπει να μπορεί να εντοπίσει αν έχει επιστρέψει στην αρχική της θέση (loop closure).

### **3.2 – Εντοπισμός χαρακτηριστικών (Feature Detection)**

Ο εντοπισμός χαρακτηριστικών είναι μια διαδικασία κατά την οποία μια εικόνα εξετάζεται για μοναδικά σημεία. Τα σημεία αυτά χρησιμοποιούνται για να διακρίνουν μια εικόνα από μια άλλη. Αυτά λέγονται χαρακτηριστικά σημεία (feature points) και είναι ξεχωριστά σημεία, δηλαδή σημεία που δεν επαναλαμβάνονται, τα οποία χρησιμοποιούνται σε αλγόριθμους που προσπαθούν να εντοπίσουν αυτή την εικόνα. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου σημείου είναι η

άκρη κάποιου αντικείμενου ή σχήματος. Αυτή γίνεται αντιληπτή στο ανθρώπινο μάτι εξαιτίας της απότομης αλλαγής της χρωματικής της αντίθεσης. Άλλα σημεία ενδιαφέροντος αποτελούν οι γωνίες που όπως και οι άκρες εντοπίζονται εύκολα. Καθώς και τα άμορφα σχήματα τα οποία είναι πιο στρογγυλά για να θεωρηθούν ως γωνίες. Κάποιοι από τους πολύ γνωστούς αλγόριθμους που κάνουν feature detection είναι SIFT (Scale-Invariant Feature Transform), ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) , SURF (Speeded Up Robust Features) και χρησιμοποιούνται κατά κόρον στη οπτική όραση.

### **3.3 – Εντοπισμός οριζόντιων και κάθετων επιπέδων (Plane Detection)**

Εκτός από τον εντοπισμό μιας συγκεκριμένης εικόνας είναι αρκετά χρήσιμο να γίνει εντοπισμός καθέτων ή οριζόντιων επιπέδων όπως παραδείγματος χάρη ένας τοίχος ή ένα επιτραπέζιο. Αυτή η μέθοδος κατατάσσεται στη κατηγορία του MarkerLess AR και παρομοίως με την εικόνα ο εντοπισμός επιπέδων χρειάζεται χαρακτηριστικά στοιχεία, επομένως είναι σημαντικές οι γωνίες και οι άκρες. Για τον εντοπισμό επιπέδων χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος RANSAC ο οποίος επιλέγει τρία σημεία και σχεδιάζει μια γραμμή ανάμεσα τους. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να βρει τα περισσότερα κοντινά σημεία δίπλα στη γραμμή. Έτσι, καταφέρνει να βγάλει μεγάλο ποσοστό λάθους από την ομάδα των στοιχείων.

### **3.4 – Εντοπισμός Προσώπου (Face Detection)**

Όπως λέει και το όνομα, σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να βρεθούν πρόσωπα στην κάμερα. Ένας πολύ γνωστός αλγόριθμος για αυτή τη διαδικασία είναι ο Viola & Jones αλγόριθμος. Σε αυτόν επιλέγονται ορθογώνια σχήματα σε μια εικόνα και αφαιρούνται τα σκοτεινά μέρη από τα φωτεινά στα σημεία που ξέρουμε ότι είναι πιο σκούρα στο πρόσωπο, παραδείγματος χάρη η περιοχή των ματιών ξέρουμε ότι έχει παραπάνω σκοτεινά σημεία από την περιοχή της μύτης. Εφόσον τα ορθογώνια σχήματα είναι σωστά το σχήμα στην εικόνα αναγνωρίζεται ως πρόσωπο.

## Κεφάλαιο 4 – Εργαλεία ανάπτυξης AR εφαρμογών

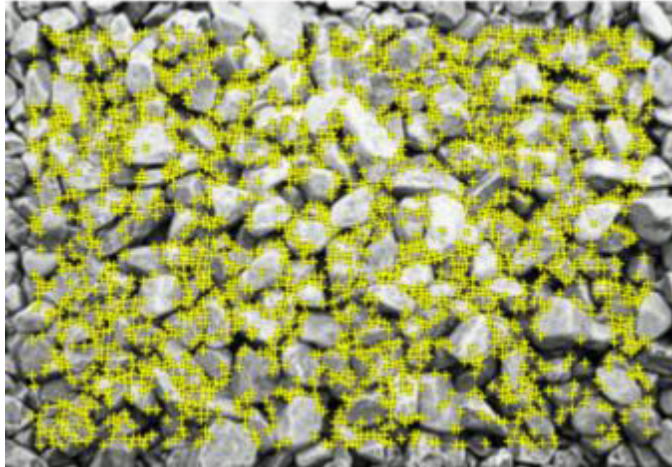
Υπάρχουν πολλά πακέτα ανάπτυξης εφαρμογών για Ε.Π σήμερα, το καθένα με τις δικές του δυνατότητες και ιδιαιτερότητες. Παρακάτω θα αναλυθούν κάποια από τα πιο δημοφιλή πακέτα.

### 4.1 Vuforia

Το Vuforia AR Software Development Kit αποκτήθηκε από την Parametric Technology Corporation τον Νοέμβριο του 2015, είναι ένα από τα μεγαλύτερα πακέτα ανάπτυξης εφαρμογών Ε.Π. Το εν' λόγω διαθέτει μια διαδικτυακή πλατφόρμα, το Developer Portal, στο οποίο ο γίνεται η διαχείριση των εφαρμογών.

Για να γίνει ανίχνευση κάποιας εικόνας ο προγραμματιστής θα πρέπει να ανεβάσει αυτήν στην διαδικτυακή πλατφόρμα τους. Στη συνέχεια, θα υπολογιστούν τα “σημεία κλειδιά” (key points) και θα πάρει βαθμολογία ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως target στον πραγματικό κόσμο.

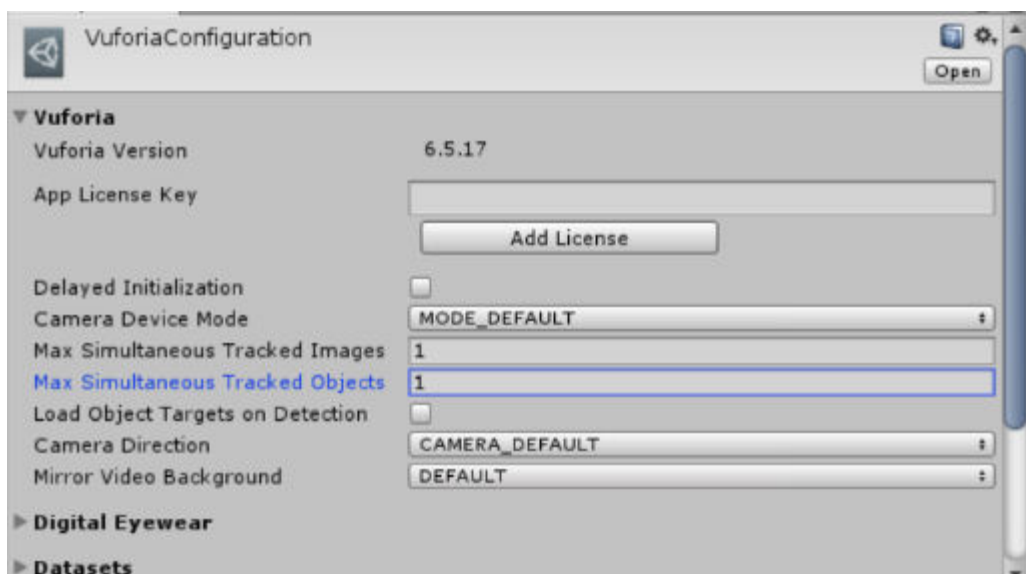
Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα εικόνας που έχει ανέβει στη διαδικτυακή πλατφόρμα και έχει γίνει η αξιολόγηση της. Η εικόνα στόχος έχει πάρει καλή βαθμολογία, όπου φαίνεται με τα αστεράκια, που σημαίνει ότι είναι εύκολα ανιχνεύσιμη. Από τα κίτρινα σημεία πάνω στην εικόνα διακρίνουμε τα καλά key points και από τον αριθμό αυτών βλέπουμε ότι η εικόνα έχει υψηλή αξιολόγηση.



Augmentable: ★★★★★  
Added: Sep 18, 2018 21:56  
Modified: Sep 18, 2018 21:56

Εικόνα 8 Εικόνα από τον ιστότοπο του Vuforia που δείχνει τη βαθμολογία και τα key points της ανιχνεύσιμης εικόνας.

Έπειτα, παράγεται ένα αρχείο που χαρακτηρίζει τις εικόνες που πρόκειται να ανιχνευτούν. Το επόμενο βήμα γίνεται στην πλατφόρμα Unity, όπου θα αναπτυχθεί το περιβάλλον του χρήστη, θα γίνει σχεδίαση ψηφιακών αντικειμένων που θα εμφανιστούν πάνω στην κάμερα και ο προγραμματισμός της εφαρμογής. Στο Unity θα γίνει η ρύθμιση του Vuforia όπου θα χρειαστεί το License key, την βάση των εικόνων που αναφέρθηκε πιο πάνω, καθώς και άλλες ρυθμίσεις για το είδος της ανίχνευσης που θα γίνει.

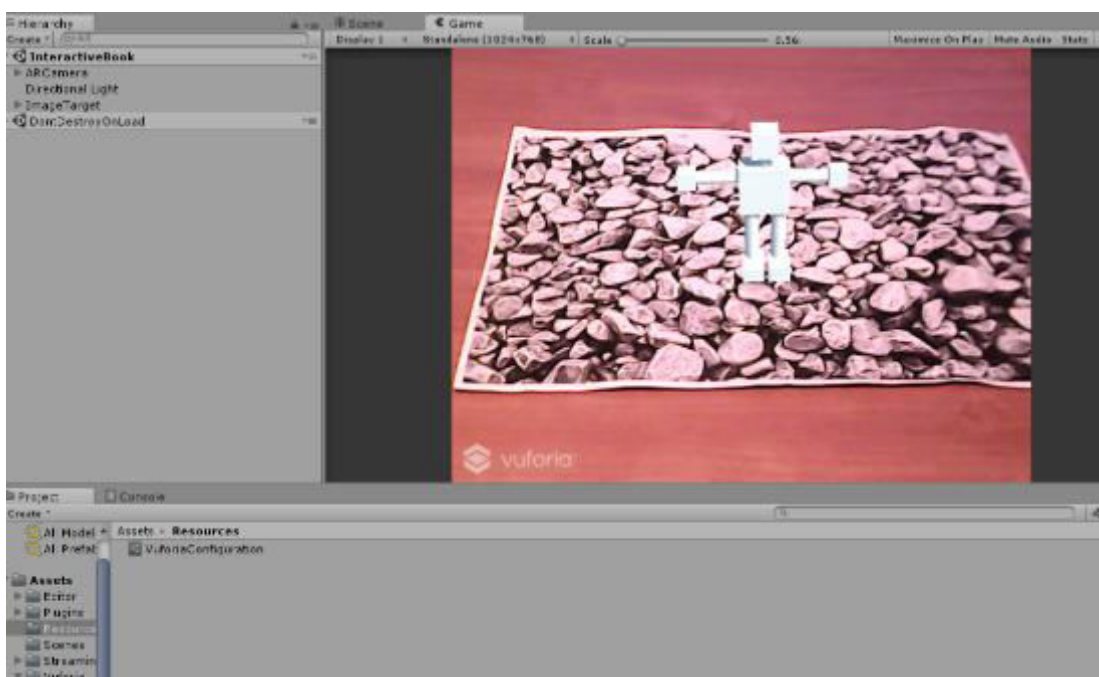


Εικόνα 9 Εικόνα με τις ρυθμίσεις της επέκτασης Vuforia στην πλατφόρμα Unity



Για την δοκιμή του Vuforia δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα το οποίο ανιχνεύει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο στη σκηνή μέσω της κάμερας μια κινητής συσκευής android και στη συνέχεια εμφανίζει ένα ψηφιακό τρισδιάστατο αντικείμενο πάνω σε αυτό. Ο αλγόριθμος ανίχνευσης είναι πολύ γρήγορος με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σχεδόν καθόλου καθυστέρηση κατά την ανίχνευση, ακόμα και όταν εκτελείται σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, η ανίχνευση έχει μεγάλη ακρίβεια και απόδοση με τον αλγόριθμο να καταλαβαίνει την θέση του αντικειμένου ακόμα και όταν αυτό είναι υπό γωνία και σε απόσταση από την κάμερα ή και με μικρά εμπόδια μπροστά του. Με την δοκιμή του Vuforia φανερώθηκε γιατί θεωρείται από τα πιο δυνατά πακέτα επαυξημένης πραγματικότητας που υπάρχουν στην αγορά.



*Εικόνα 10 Παράδειγμα εντοπισμού εικόνας με Vuforia*

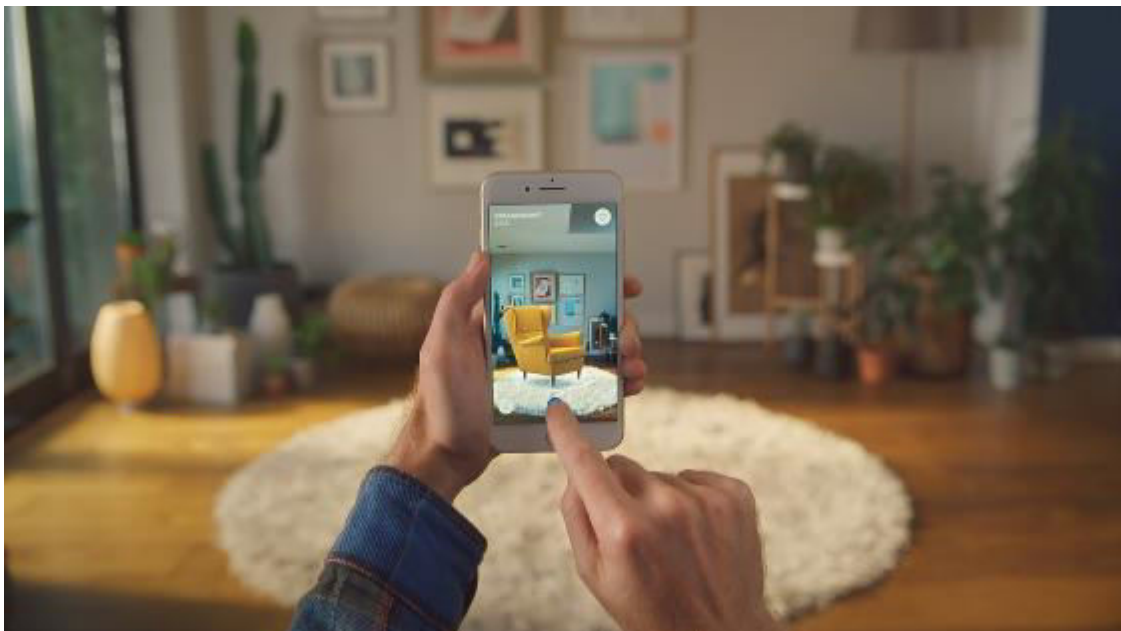
## 4.2 ARKit

Το ARKit είναι ένα API για Augmented Reality και Virtual Reality εφαρμογές, κυκλοφόρησε από την Apple το 2017 και έχει φέρει τεράστια αλλαγή στον κόσμο του Augmented και Virtual Reality. Η Apple έχει καταφέρει να κάνει μεγάλο αριθμό συσκευών συμβατές με αυτή την τεχνολογία καθώς και να αυξήσει τον αριθμό

χρηστών που έρχονται σε επαφή με την επαυξημένη πραγματικότητα τα τελευταία τρία χρόνια.

Το ARKit χρησιμοποιεί την μέθοδο SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) για να χαρτογραφήσει το περιβάλλον. Με αυτή τη μέθοδο μπορεί να ανιχνεύσει οριζόντια και κάθετα επίπεδα σε ένα δωμάτιο. Οι σημερινές συσκευές διαθέτουν αισθητήρες που επιτρέπουν τον υπολογισμό της τοποθεσίας σε αρκετά καλή ακρίβεια και με τη βοήθεια τις επεξεργασίας εικόνας το ARKit επιτρέπει πολύ εύκολα μετρήσεις όπως την απόσταση της κάμερα και ενός αντικειμένου με μεγάλη ακρίβεια.

Για να φαίνονται ρεαλιστικά τα ψηφιακά αντικείμενα πάνω στη σκηνή θα πρέπει φυσικά να υπάρχει ο κατάλληλος φωτισμός σε αυτά. Το ARKit κάνει εκτίμηση του φωτός του δωματίου χρησιμοποιώντας την κάμερα και έπειτα εφαρμόζει αυτό το φωτισμό στα αντικείμενα. Έτσι, με το ARKit μπορούν να τοποθετηθούν ψηφιακά αντικείμενα στο χώρο ώστε να υπάρχει ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα. Μια πολύ δημοφιλής εφαρμογή που έχει δημιουργηθεί με αυτή την τεχνολογία είναι το IKEA Place.



*Εικόνα 11 Η Εφαρμογή IKEA Place που έχει αναπτυχθεί με το ARKit*

### **4.3 ARCore**

Το ARCore είναι ένα πακέτο ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας αντίστοιχο του ARKit που έχει αναπτυχθεί από την Google. Αυτό το πακέτο έχει έναν πολύ μεγάλο αριθμό υποστηριζόμενων συσκευών καθώς και εφαρμόζει διάφορες τεχνικές για να κάνει το ψηφιακό περιεχόμενο να φαίνεται ρεαλιστικό. Επίσης, το ARCore δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης AR εφαρμογών σε πολλές πλατφόρμες όπως, Android Studio, Unreal και Unity.

Παρακάτω θα δούμε κάποια από τα κύρια χαρακτηριστικά του ARCore που κάνουν τα ψηφιακά αντικείμενα να εμφανίζονται φυσικά και να αναμειγνύονται με τον πραγματικό κόσμο.

#### **4.3.1 Καταγραφή Κίνησης (Motion Tracking)**

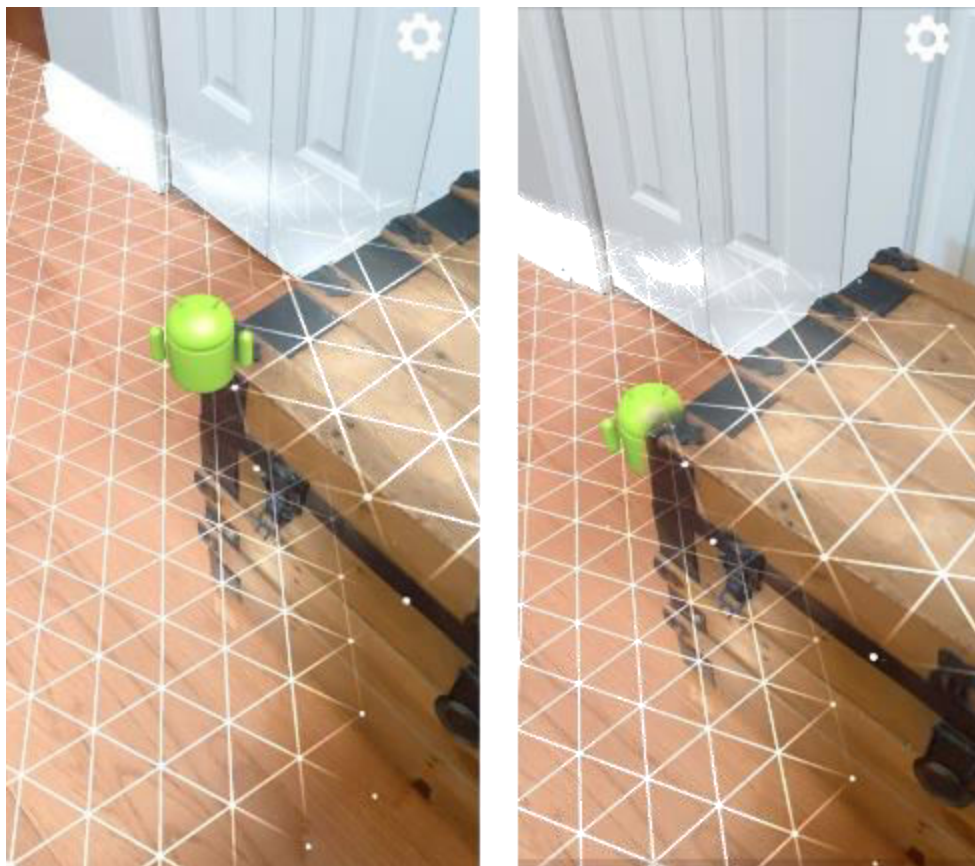
Το ARCore χρησιμοποιεί την μέθοδο SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) όπως είδαμε με το ARKit για να χαρτογραφήσει και να καταγράψει το περιβάλλον γύρο από το κινητό. Από την εικόνα της κάμερας εντοπίζονται τα χαρακτηριστικά σημεία (Feature Points) και με την βοήθεια του Inertial Measurement Unit (IMU) υπολογίζεται η θέση και η περιστροφή της συσκευής

#### **4.3.2 Κατανόηση του Περιβάλλοντος (Environmental Understanding)**

Το ARCore ανιχνεύει επίπεδα όπως έναν τοίχο ή ένα τραπέζι ώστε να φαίνεται φυσική η τοποθέτηση των ψηφιακών αντικειμένων και να μην αιωρούνται στον χώρο. Για την ανίχνευση των επιπέδων πρέπει να γίνει η εύρεση των χαρακτηριστικών σημείων (Feature Points) σε μεγάλες οριζόντιες και κάθετες επιφάνειες σε αυτή τη περίπτωση τα επίπεδα θα πρέπει να έχουν ένα μοτίβο παραδείγματος χάρη ένας άσπρος τείχος δεν θα μπορεί να εντοπιστεί.

### 4.3.3 Κατανόηση του βάθους (Depth Understanding)

Για να είναι ρεαλιστικό ένα ψηφιακό αντικείμενο θα πρέπει να υπάρχει αίσθηση της απόστασης και του βάθους στο χώρο. Το ARCore αποθηκεύει εικόνες με δεδομένα για το βάθος που αναφέρονται ως χάρτες βάθους (Depth Map). Το βάθος βοηθάει στο ρεαλισμό της εικόνας, παραδείγματος χάρη κάνοντας τα ψηφιακά αντικείμενα να φαίνονται πίσω από πραγματικά αντικείμενα.



Η παραπάνω εικόνα είναι από την επίσημη ιστοσελίδα του ARCore, που δείχνει το παράδειγμα εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας χωρίς την χρήση χαρτών βάθους στα αριστερά και με χρήση χαρτών βάθους στα δεξιά της εικόνας. Η σύγκριση αυτή κάνει την σημασία του βάθους ξεκάθαρη για την αποτελεσματικότητα του ρεαλισμού στην επαυξημένη πραγματικότητα.

#### 4.3.4 Εκτίμηση φωτισμού (Light Estimation)

Ένα ακόμη πρόσθετο που βοηθάει στον ρεαλισμό της επαυξημένης πραγματικότητας του ARCore είναι η ισορροπία του φωτισμού, με το περιβάλλον, στα ψηφιακά αντικείμενα.

Το ARCore συλλέγει πληροφορία για το φωτισμό της σκηνής η οποία χρησιμοποιείται για την μέση ένταση του φωτός καθώς και τη κατάλληλη διόρθωση χρώματος που πρέπει να γίνει.



*Εικόνα 12 Παράδειγμα εφαρμογής φωτισμού στα ψηφιακά αντικείμενα στο ARCore*

Αυτή η πληροφορία αναφέρεται κυρίως στην κατεύθυνση της σκιάς του ψηφιακού αντικείμενου, την ένταση του φωτός στο περιβάλλον, την αντανάκλαση και την θερμότητα του φωτός που δίνει το ανάλογο χρώμα στο περιβάλλον.

## Κεφάλαιο 5 – Σχεδιασμός Εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει σχεδιασμός εφαρμογής AR, η οποία θα έχει δυνατότητες εντοπισμού προσώπου, επιπέδων και εντοπισμού δισδιάστατων εικόνων. Σε αυτή τη εφαρμογή γίνεται διερεύνηση δυνατοτήτων μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας αλλά ο σκοπός της είναι και ψυχαγωγικός.

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούν οι λειτουργίες της εφαρμογής. Στην αρχική οθόνη υπάρχουν δύο επιλογές, στην πρώτη ο χρήστης επιλέγει Face Detection και το πρόγραμμα ανιχνεύει πρόσωπα. Όταν εντοπίσει ένα, εμφανίζεται ένα άσπρο κάλυμμα πάνω στο πρόσωπο το οποίο ακολουθεί τις κινήσεις του. Στη δεύτερη επιλογή, το πρόγραμμα εντοπίζει οριζόντια επίπεδα και εμφανίζει γρασίδι πάνω σε αυτά. Επίσης, αν ο χρήστης πατήσει πάνω στο επίπεδο εμφανίζεται ένα δέντρο. Μια ακόμα λειτουργία είναι ο εντοπισμός δύο συγκεκριμένων εικόνων στις οποίες εμφανίζεται ένας κύβος στη πρώτη και ένα κρύσταλλος στη δεύτερη.

Για αυτή τη πτυχιακή θα χρησιμοποιηθεί το πακέτο ανάπτυξης AR εφαρμογών ARCore. Η πλατφόρμα που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη αυτής της εφαρμογής είναι το Unity3D. Η επιλογή αυτή έγινε διότι, αυτή η πλατφόρμα παρέχεται δωρεάν για προσωπική χρήση, επίσης αυτή η πλατφόρμα έχει μεγάλη κοινότητα, το οποίο είναι αρκετά σημαντικό για νέους προγραμματιστές σε αυτή την τεχνολογία. Επιπλέον, το Unity επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών AR με το πακέτο ARCore.

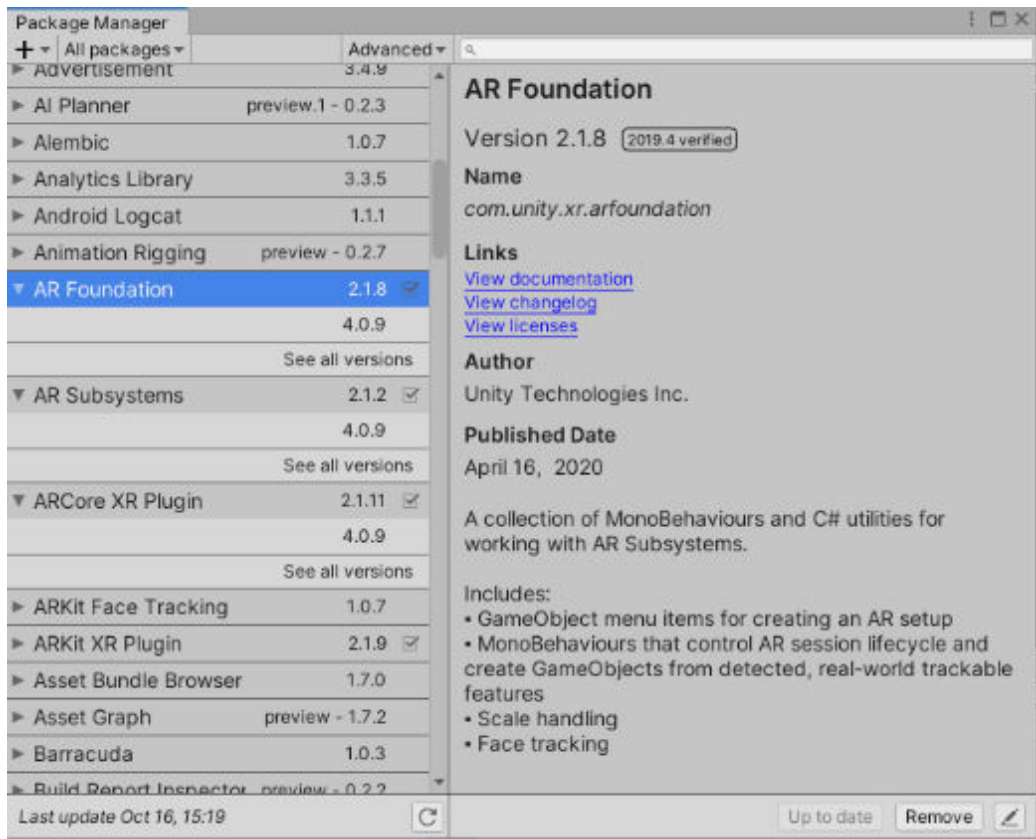
Εξαιτίας της απαιτητικής τεχνολογίας το ARCore δεν υποστηρίζεται από όλες τις συσκευές που υπάρχουν σήμερα. Η υποστήριξη μιας συσκευής καταρχήν, εξαρτάται από την ποιότητα της κάμερας και τους διάφορους αισθητήρες κίνησης για τον ακριβείς εντοπισμό φυσικών αντικειμένων και την ανίχνευση κίνησης. Επίσης, η συσκευή θα πρέπει να έχει επεξεργαστή με μεγάλη ισχύ διότι οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας απαιτούν υπολογισμούς σε πραγματικό χρόνο.

## 5.1 AR Foundation

Το AR Foundation είναι ένα API του Unity που επιτρέπει την δημιουργία AR εφαρμογών από πολλές πλατφόρμες. Το AR Foundation περιλαμβάνει υποστήριξη πακέτων επαυξημένης πραγματικότητας όπως το AR Kit και AR Core για δημιουργία εφαρμογών σε IOS και Android. Αυτό δίνει την δυνατότητα στον προγραμματιστή να γράφει εφαρμογές AR σε πολλές πλατφόρμες με τον ίδιο κώδικα χωρίς να χρειάζεται να γράφει διαφορετικές εκδόσεις για το IOS ή το Android.

## 5.2 Ρύθμιση του Unity και Εγκατάσταση Πακέτων

Αρχικά θα γίνει η εγκατάσταση των πακέτων AR από το Package Manager του Unity. Αυτά, περιλαμβάνουν το AR Foundation καθώς, και το ARCore XR Plugin, το οποίο είναι το πρόσθετο που κάνει την ενεργοποίηση του ARCore. Με αυτό περιλαμβάνονται αρχεία κώδικα, στατικές βιβλιοθήκες του ARCore, αρχεία shader και άλλα πρόσθετα. Επιπλέον, Θα εγκατασταθεί το ARSubsystems πακέτο το οποίο είναι μια διεπαφή που επιτρέπει διάφορες λειτουργίες οι οποίες είναι κοινές μεταξύ των XR προσθέτων.



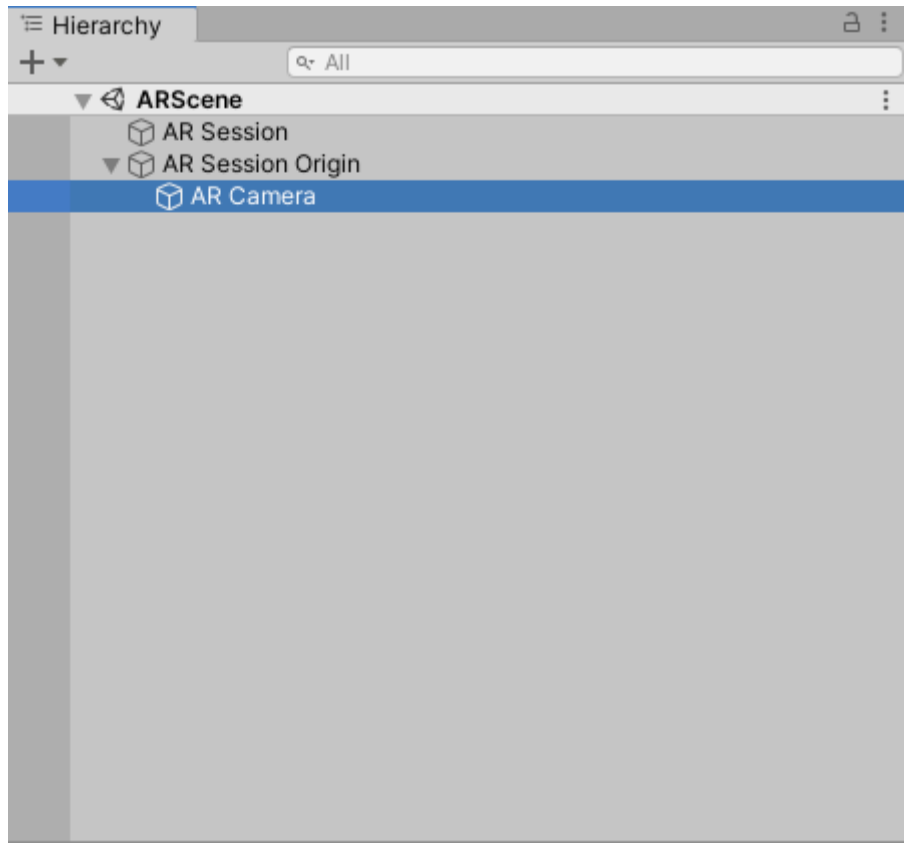
Εικόνα 13 Το Package Manager του Unity που περιέχει τα πακέτα ARFoundation, ARSubsystems και ARCore XR Plugin

Η άλλη ρύθμιση που θα γίνει είναι στο ARCore Settings, αυτή η ρύθμιση δηλώνει αν απαιτείται ή όχι υποστήριξη (required ή optional) του ARCore στην εφαρμογή. Στην περίπτωση που είναι optional δίνει τη δυνατότητα σε συσκευές που δεν έχουν εγκατεστημένο το ARCore να εκτελεστούν. Αυτό βοηθάει στην περίπτωση που ο προγραμματιστής θέλει να παρέχει διαφορετικές εναλλακτικές ανάλογα με το AR πακέτο που είναι διαθέσιμο. Στη δική μας περίπτωση θα μείνει required αφού η εφαρμογή στοχεύετε μόνο σε ARCore.

Στην σκηνή θα πρέπει να υπάρχει ένα ARSession αντικείμενο το οποίο ελέγχει το κύκλο ζωής και τις ρυθμίσεις μιας AR συνεδρίας. Επίσης, το ARSession μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει εάν η συσκευή του χρήστη υποστηρίζει Επαυξημένη Πραγματικότητα. Ένα ακόμα αντικείμενο είναι το AR Session Origin το οποίο καθορίζει το κέντρο του AR κόσμου και μετακινεί ανιχνεύσιμα στοιχεία,



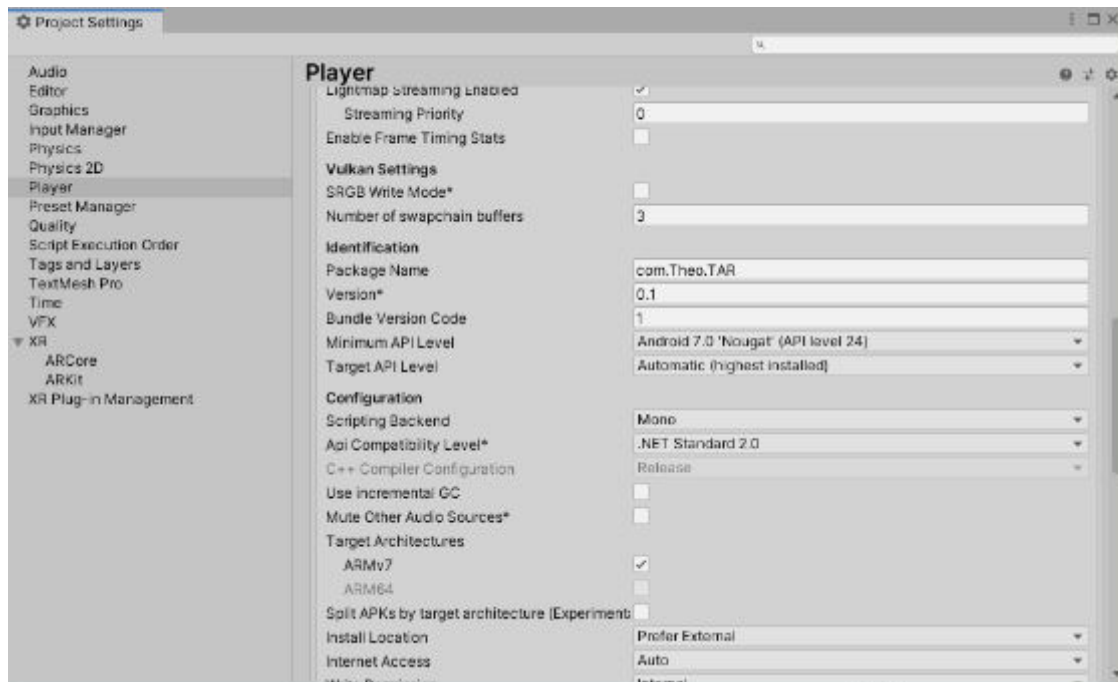
όπως χαρακτηριστικά σημεία (feature points) και επίπεδες επιφάνειες στη τελική τους θέση στη σκηνή.



*Εικόνα 14 Το Hierarchy panel του Unity με τα απαραίτητα αρχικά στοιχεία του ARFoundation*

Τέλος, στην αρχική σκηνή υπάρχει η AR Camera σαν “παιδί” του AR Session Origin η οποία δείχνει την εικόνα που βλέπει ο χρήστης μέσα από την κάμερα του, και τα ψηφιακά αντικείμενα εμφανίζονται πάνω από αυτήν.

Επόμενο βήμα είναι η γενικές ρυθμίσεις της εφαρμογής, δηλαδή σε τι περιβάλλον θα υποστηρίζεται, τι API Level χρειάζεται για να εκτελεστεί και άλλα.



Εικόνα 15 Τα Player Settings της εφαρμογής

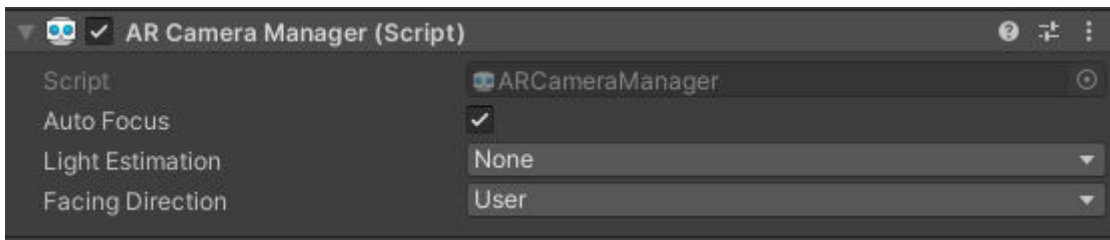
Το Package Name πρέπει να έχει μοναδικό όνομα οπότε θα αλλάξει. Το Minimum API Level που υποστηρίζει εφαρμογές AR είναι το Android 7.0 'Nougat' (API Level 24) οπότε θα γίνει αλλαγή σε αυτό.

Σε αυτό το πρόγραμμα εγκαταστάθηκαν τρία δωρεάν Assets από το unity Asset Store. Αυτά είναι ένα τρισδιάστατο δέντρο, ένα texture για γρασίδι το οποίο θα αντικαταστήσει το ανιχνευμένο πάτωμα και έναν τρισδιάστατο κρύσταλλο για να εμφανίζεται στην εντοπιζόμενη εικόνα.

### 5.3 Εντοπισμός προσώπου σε πραγματικό χρόνο

Για να γίνει εντοπισμός προσώπου με τη τεχνολογία AR Foundation χρειάζεται να τοποθετηθεί το AR Face Manager Script στο AR Session Origin αντικείμενο. Το AR Face Manager Script είναι ένα έτοιμο script το οποίο επιτρέπει τον εντοπισμό ανθρώπινων προσώπων. Συνήθως, όταν υπάρχει αυτό το script θέτουμε την κάμερα που είναι μπροστά να είναι η ενεργή κάμερα διότι αυτή είναι η καταλληλότερη σε περιπτώσεις που φαίνονται πρόσωπα. Η κατεύθυνση της

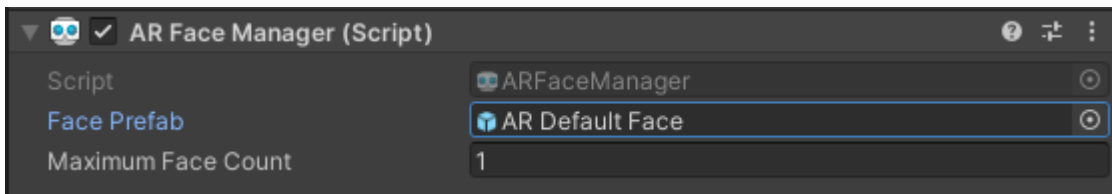
κάμερας μπορεί να αλλάξει στο script AR Camera Manager, στη μεταβλητή Facing Direction.



*Εικόνα 16 To AR Camera Manager Component*

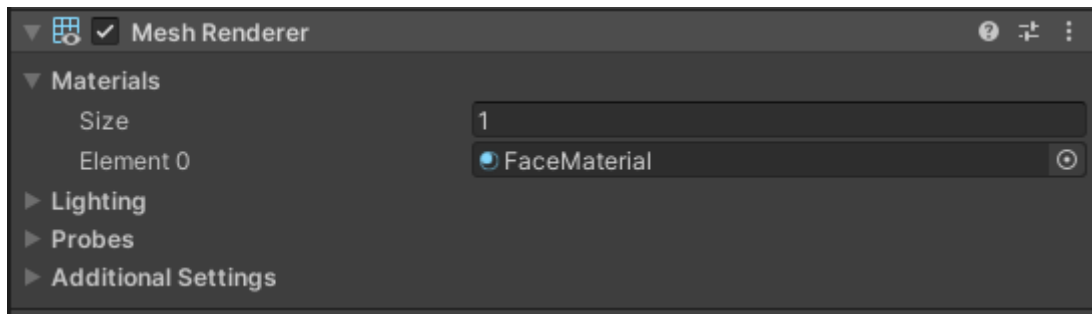
Η τιμή της μεταβλητής που μπορεί να πάρει είναι User το οποίο είναι η μπροστά κάμερα και World που είναι η πίσω κάμερα.

Το AR Face Manager Script έχει δύο μεταβλητές όπου η πρώτη με το όνομα Face Prefab είναι το ψηφιακό αντικείμενο που θα εμφανιστεί μπροστά από το πρόσωπο και η δεύτερη μεταβλητή είναι η Maximum Face Count δηλαδή ο αριθμός των προσώπων που μπορεί να εντοπίσει η εφαρμογή.



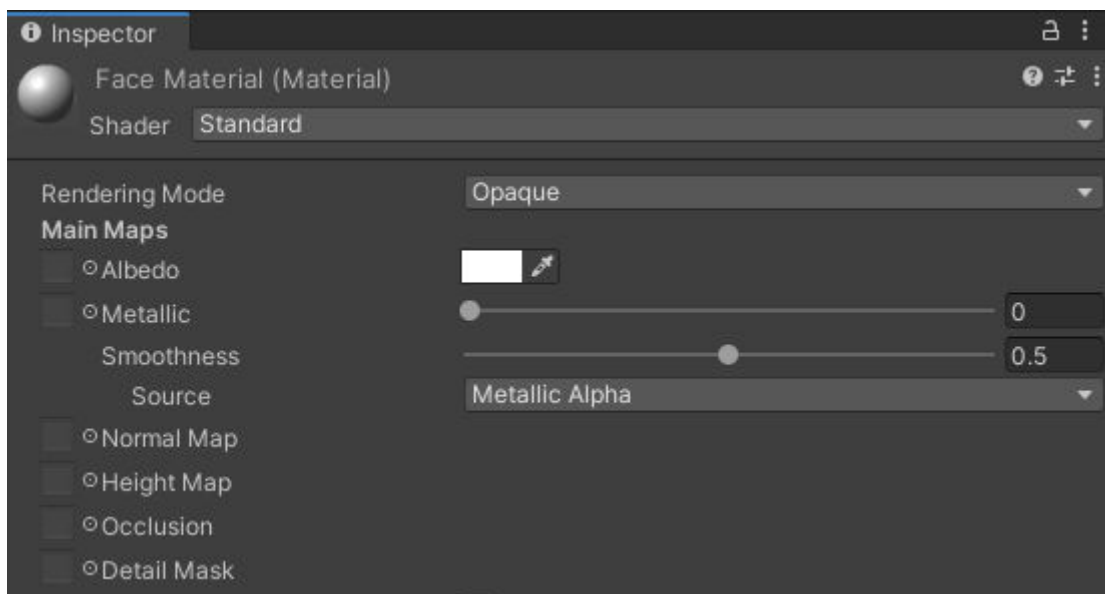
*Εικόνα 17 To AR Face Manager Component*

Το AR Default Face είναι ένα prefab με σχήμα προσώπου και ιδιότητες τρισδιάστατου αντικείμενου για να μπορούμε να το επεξεργαστούμε στο unity. Μια από τις ιδιότητες είναι το Material που θα χρησιμοποιηθεί για το χρωματισμό του αντικειμένου και ορίζεται όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.



*Εικόνα 18 Το Mesh Renderer Component με το FaceMaterial που χρησιμοποιείται για το χρωματισμό του προσώπου*

Για το Face Material θα χρησιμοποιήσουμε άσπρο χρώμα, αυτό θα είναι το υλικό της τρισδιάστατης μάσκας



*Εικόνα 19 Το Material της ψηφιακής μάσκας*

Όταν η εφαρμογή εντοπίσει ένα πρόσωπο θα εμφανιστεί μια ψηφιακή μάσκα η οποία εφαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του προσώπου. Παρόμοιες εφαρμογές έχουμε δει όπως στην εφαρμογή του Instagram που επιτρέπει τη προσθήκη φίλτρων πάνω στο πρόσωπο.



*Εικόνα 20 Η ψηφιακή μάσκα που εμφανίζεται στην εφαρμογή όταν γίνεται εντοπισμός προσώπου*

Όπως θα δούμε στη παρακάτω εικόνα, η μάσκα αλλάζει όταν αλλάζει η έκφραση του προσώπου. Όταν ο άνθρωπος στην εικόνα ανοίξει το στόμα του το ίδιο θα γίνει και με τη μάσκα, αυτό σημαίνει ότι το πρόγραμμα μπορεί να πάρει δεδομένα για την έκφραση του προσώπου.

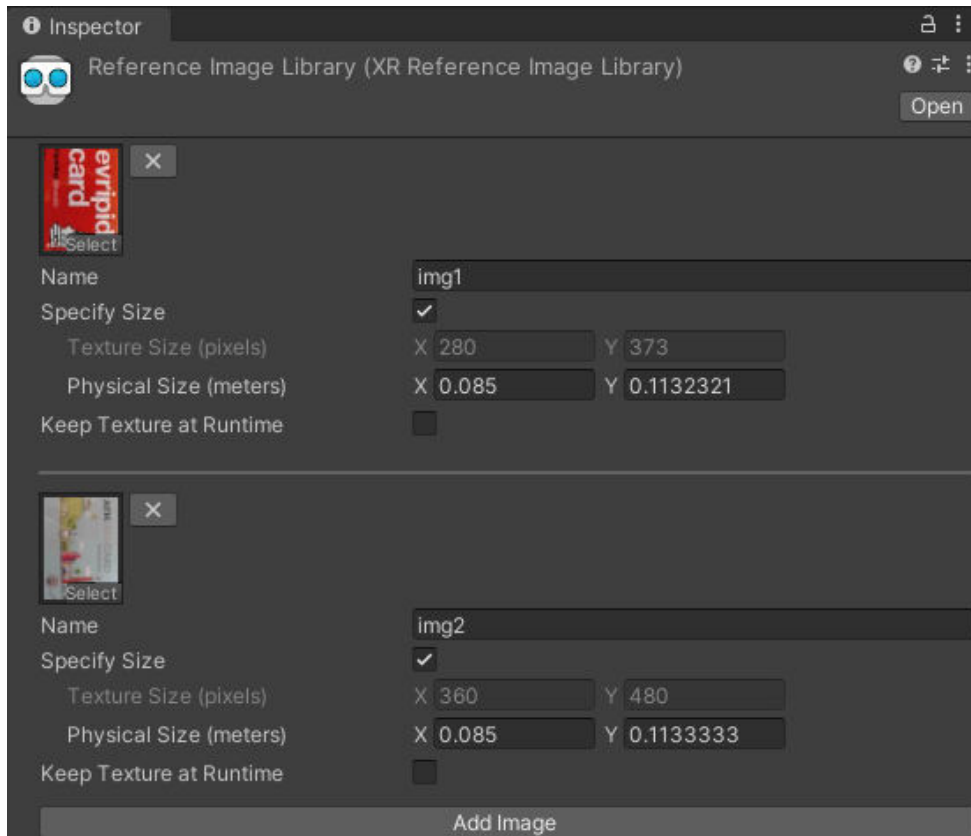


*Εικόνα 21 Η ψηφιακή μάσκα έχει πάρει τη μορφή του προσώπου*

### **5.3 Εντοπισμός εικόνας – δείκτη (AR Image Tracking)**

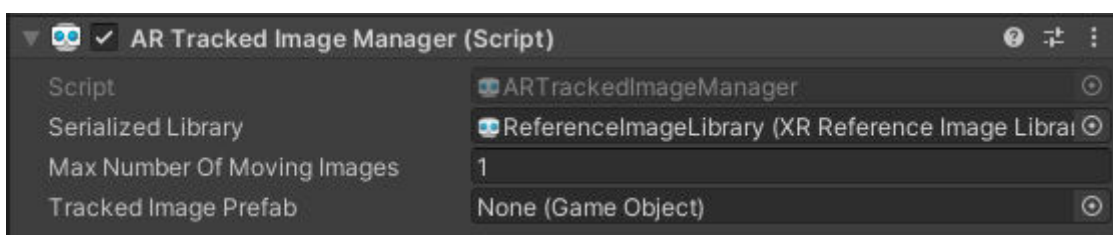
Η εφαρμογή κάνει εντοπισμό δύο δισδιάστατων εικόνων, αυτές θα υπάρχουν στο πρόγραμμα ως σημεία αναφοράς και θα πρέπει να είναι εύκολα ανιχνεύσιμες δηλαδή να έχουν αρκετά καλά χαρακτηριστικά σημεία για να μπορούν να

εντοπισθούν. Αρχικά θα δημιουργηθεί ένα Reference Image Library αντικείμενο στο unity το οποίο αποθηκεύει τις ανιχνεύσιμες εικόνες.



Εικόνα 22 Το Reference Image Library της εφαρμογής

Έπειτα, θα προστεθεί το AR Tracked Image Manager Script στο AR Session Origin αντικείμενο, το οποίο είναι το έτοιμο script από το AR Foundation για εντοπισμό εικόνας.



Εικόνα 23 Το script του ARFoundation που επιτρέπει εντοπισμό εικόνας

Η βιβλιοθήκη θα μπει στη μεταβλητή Serialized Library, έτσι οι εικόνες που είναι σε αυτή τη βιβλιοθήκη θα μπορούν να εντοπιστούν. Το Tracked Image Prefab το αφήνουμε κενό διότι θέλουμε να εντοπίσουμε περισσότερες από μια εικόνες και αυτό θα γίνει με κώδικα. Σε αυτό το σημείο θα γίνει αναφορά του AR Tracked Image Manager επίσης θα βάλουμε σε ένα Dictionary τα αντικείμενα που θα εμφανιστούν στη σκηνή και θα αντιστοιχηθούν με τα ονόματα των εικόνων της βιβλιοθήκης.

```
[Header("Ο αριθμός των αντικειμένων στη λίστα αντιστοιχεί στον αριθμό των
εικόνων στο Reference Image Library")]
[SerializeField]
private List<GameObject> ObjectsToPlace;

private int refImageCount;
public Dictionary<string, GameObject> allObjects;
private ARTrackedImageManager aRTrackedImageManager;
private IReferenceImageLibrary refLibrary;

private void Awake()
{
    aRTrackedImageManager = GetComponent<ARTrackedImageManager>();
}

private void Start()
{
    refLibrary = aRTrackedImageManager.referenceLibrary;
    refImageCount = refLibrary.count;
    allObjects = new Dictionary<string, GameObject>();
    for (int i = 0; i < refImageCount; i++)
    {
        var newOverlay = ObjectsToPlace[i];

        // Κάνε Instantiate το αντικείμενο αν είναι Prefab και δεν υπάρχει
στη σκηνή
        if (ObjectsToPlace[i].gameObject.scene.rootCount == 0)
        {
            newOverlay = Instantiate(ObjectsToPlace[i], transform.position,
Quaternion.identity);
        }
        allObjects.Add(refLibrary[i].name, newOverlay);
        newOverlay.SetActive(false);
    }
}
```

Αφού γίνει αναφορά μπορούμε να εντοπίσουμε το event για μια εικόνα που έχει προστεθεί, ενημερωθεί, διαγραφεί(added, updated removed events) με τον κώδικα που φαίνεται παρακάτω.

```

private void OnEnable()
{
    arTrackedImageManager.trackedImagesChanged += OnImageChanged;
}

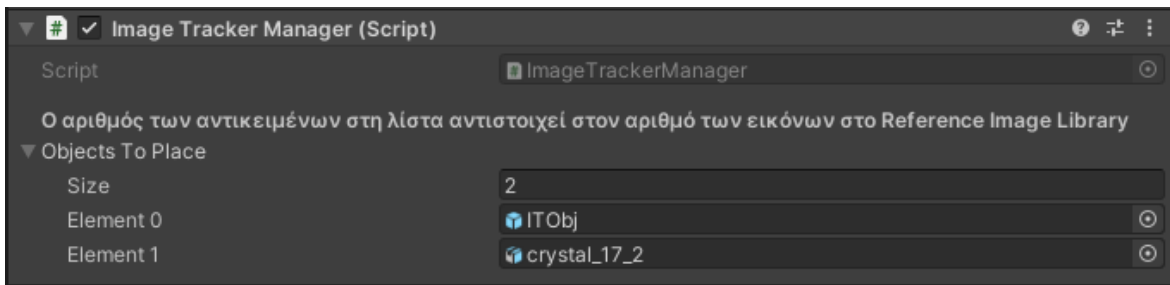
private void OnDisable()
{
    arTrackedImageManager.trackedImagesChanged -= OnImageChanged;
}
public void OnImageChanged(ARTrackedImagesChangedEventArgs args)
{
    // Για κάθε εικόνα που έχει προστεθεί
    foreach (var addedImage in args.added)
    {
        var imageName = addedImage.referenceImage.name;
        var minLocalScalar = Mathf.Min(addedImage.size.x,
addedImage.size.y) / 2;
        allObjects[imageName].SetActive(true);
        allObjects[imageName].transform.localScale = new
Vector3(minLocalScalar, minLocalScalar, minLocalScalar);
    }

    // Για κάθε εικόνα που έχει ενημερωθεί
    foreach (var updated in args.updated)
    {
        if (updated.trackingState == TrackingState.Tracking)
        {
            //set the image tracked ar object to active
            allObjects[updated.referenceImage.name].SetActive(true);
            allObjects[updated.referenceImage.name].transform.position =
updated.transform.position;
            allObjects[updated.referenceImage.name].transform.rotation =
updated.transform.rotation;
        }
        else // Αν το Tracking state είναι limited ή none
        {
            // Βγάλε την εικόνα από την σκηνή
            allObjects[updated.referenceImage.name].SetActive(false);
        }
    }
}
}

```

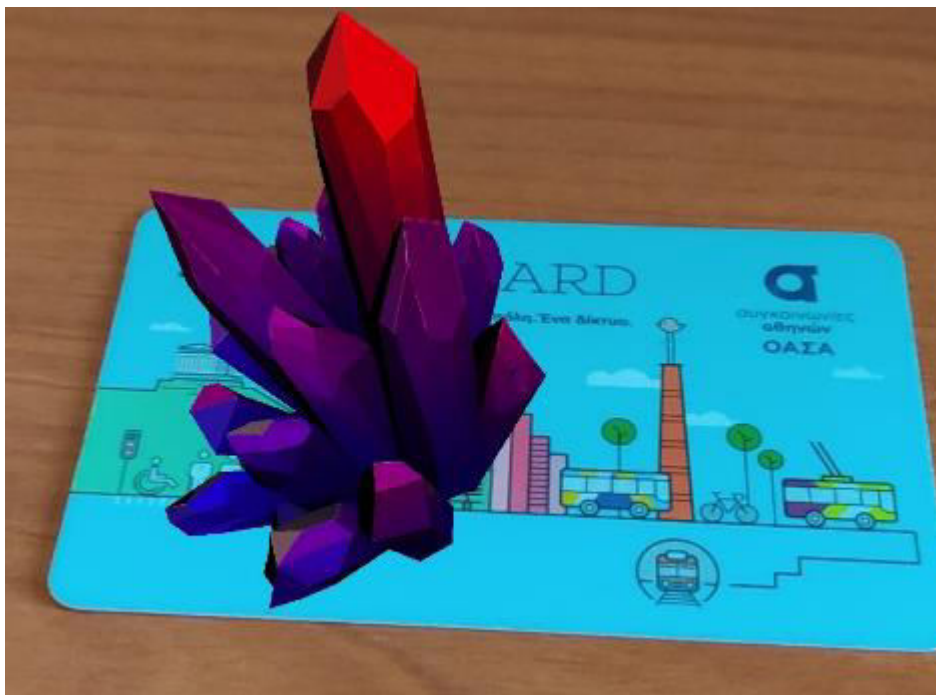
Τέλος, θα προστεθεί το Script στο ARSession Origin αντικείμενο και θα βάλουμε στη λίστα τα δύο Prefab αντικείμενα που θα εμφανιστούν πάνω από τις εικόνες.





Εικόνα 24 Το Image Tracker Manager Script που έχει προστεθεί στο ARSession Origin

Όπως φαίνεται παρακάτω το τρισδιάστατο αντικείμενο μας εμφανίζεται πάνω στη εικόνα με το μισό μέγεθος της εικόνας όπως έχουμε ορίσει και ακολουθεί την εικόνα αυτή.



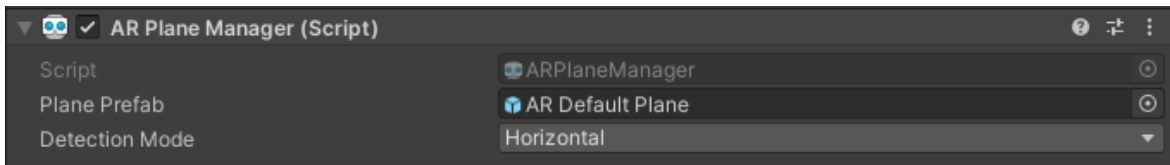
Εικόνα 25 Ο ψηφιακός κρύσταλλος που έχει εμφανιστεί πάνω στην εντοπισμένη εικόνα

#### 5.4 – Εντοπισμός επιπέδων (AR Plane Detection)

Ο εντοπισμός επιπέδων χρησιμοποιείται στην Ε.Π χωρίς φυσικό δέκτη που όπως είδαμε στο κεφάλαιο δύο τα αναπαραγόμενα ψηφιακά αντικείμενα τοποθετούνται

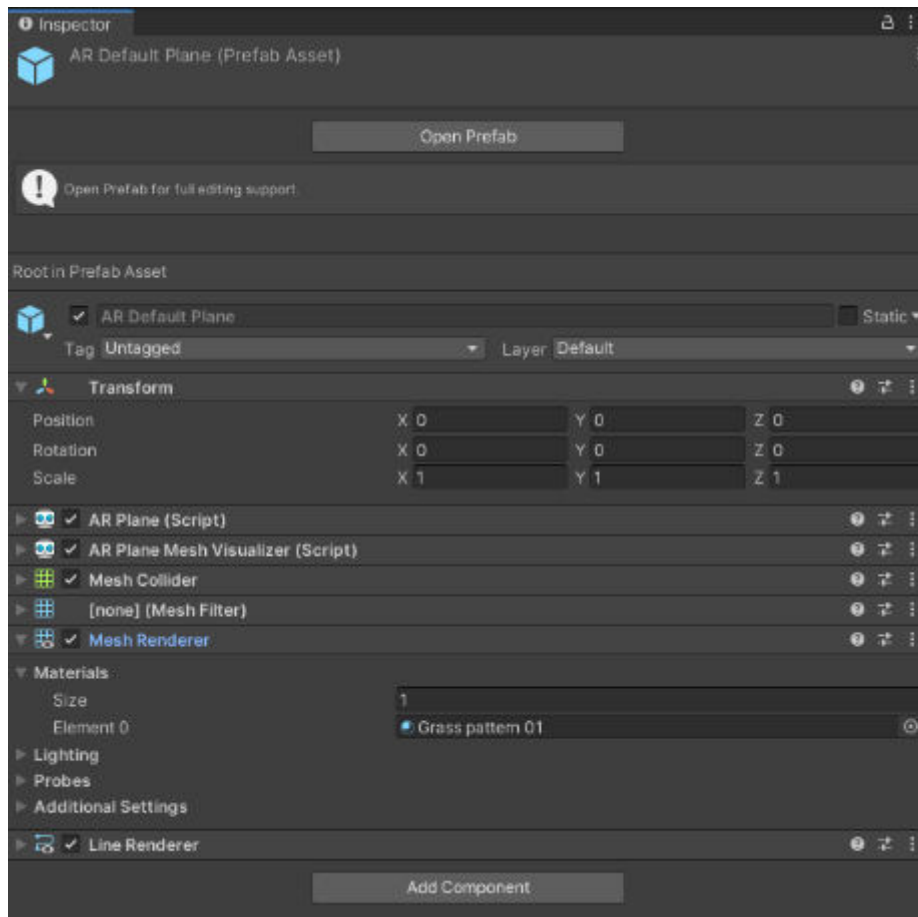
ρεαλιστικά μέσα στο χώρο. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να εντοπίσουμε επίπεδα όπως πατώματα και τοίχους.

Αρχικά προσθέτουμε το AR Plane Manager Script στο AR Session Origin και θέτουμε τη μεταβλητή Detection Mode σε Horizontal διότι σε αυτή τη πτυχιακή θα εντοπίζονται μόνο οριζόντια επίπεδα.



*Εικόνα 26 Το script του ARFoundation που επιτρέπει εντοπισμό επιπέδων*

Το AR Default Plane είναι ένα prefab από την AR Foundation το οποίο έχει το σχήμα του οριζόντιου επιπέδου. Για τη σωστή λειτουργία το AR Default Plane χρειάζεται το AR Plane Script το οποίο σχηματίζει το επίπεδο σε σχέση με το φυσικό επίπεδο που έχει εντοπισθεί και το AR Plane Mesh Visualizer Script το οποίο δημιουργεί το πλέγμα(mesh) για να επιτρέψει την αντίδραση με άλλα αντικείμενα στο unity.



Εικόνα 27 Το AR Default Plane Prefab με το Grass υλικό στο Mesh Renderer Component

Στο στοιχείο Mesh Renderer η μεταβλητή Element 0 αντιπροσωπεύει το texture του οριζόντιου επιπέδου. Σε αυτό θα μπει το material γρασίδι ώστε το επίπεδο να φαίνεται σαν γρασίδι.

Όταν ο χρήστης πατάει ένα οριζόντιο επίπεδο θέλουμε σε αυτό το σημείο να εμφανίζεται ένα δέντρο. Για να γίνει αυτό καταρχήν χρειάζεται να προστεθεί το AR Raycast Manager script στο AR Session Origin, σε αυτό το script υπάρχει μια ακτίνα η οποία “πέφτει” από την κάμερα προς τα ανιχνευμένα αντικείμενα για να μπορεί να εντοπίσει τις κινήσεις του χρήστη. Έπειτα, θα προστεθεί το script που έχουμε δημιουργήσει στο οποίο θα γίνει αναφορά στο ARRaycastManager και όταν υπάρχει μια επαφή από τον χρήστη η οποία “πέφτει” πάνω σε οριζόντιο επίπεδο θα δημιουργείται ένα δέντρο. Αυτή η λειτουργία φαίνεται στο κώδικα παρακάτω.

```

private ARRaycastManager rRaycastManager;
[SerializeField]
private GameObject planeObj;
static List<ARRaycastHit> hits = new List<ARRaycastHit>();

private void Awake()
{
    rRaycastManager = GetComponent<ARRaycastManager>();
}

private void Update()
{
    if (Input.touchCount > 0)
    {
        if (Input.GetTouch(0).phase == TouchPhase.Began)
        {
            if (rRaycastManager.Raycast(Input.GetTouch(0).position, hits,
TrackableType.PlaneWithinPolygon))
            {
                var hitPose = hits[0].pose;
                Instantiate(planeObj, hitPose.position, hitPose.rotation);
            }
        }
    }
}

```

Το αποτέλεσμα φαίνεται με την εικόνα παρακάτω στην οποία βλέπουμε τον δρόμο να έχει πάρει την μορφή του γρασιδιού και να έχουν εμφανιστεί δέντρα επειδή ο χρήστης έχει πατήσει πάνω σε αυτά τα σημεία.



Εικόνα 28 Plane Detection με αντικατάσταση οριζόντιου επίπεδου με γρασίδι και δέντρα

## Κεφάλαιο 6 – Συμπεράσματα

Η τεχνολογία εξελίσσεται με ραγδαίο ρυθμό τα τελευταία χρόνια, επίσης με τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και το ίντερνετ ο κόσμος μαθαίνει και αποκτά τις τελευταίες τεχνολογίες πολύ γρήγορα. Με τη σειρά τους οι μεγάλες εταιρίες προσπαθούν να δημιουργήσουν πλατφόρμες με εύκολη πρόσβαση για όλους τους προγραμματιστές στις τεχνολογίες αυτές.

Μια από αυτές είναι η επαυξημένη πραγματικότητα η οποία είναι μια πολύ υποσχόμενη τεχνολογία που στο μέλλον θα είναι αρκετά χρήσιμη στη κοινωνία με πολλές εφαρμογές σε ψυχαγωγία αλλά και σε πολλούς κλάδους τις επιστήμης. Ακόμα και σήμερα υπάρχουν πολλές εφαρμογές και έχουν επενδυθεί πολλά χρήματα σε αυτή τη τεχνολογία. Κάποια από τα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας είναι η ευχάριστη και διαδραστική εμπειρία που προσφέρει στο χρήστη λόγω της επαύξησης του πραγματικού κόσμου, η εύκολη πρόσβαση σε αυτήν διότι υπάρχει σε κινητές συσκευές και η εμφάνιση χρήσιμων πληροφοριών στην οπτική του χρήστη.

Σε αυτή τη πτυχιακή είδαμε τεχνικές όπως εντοπισμό προσώπου, εντοπισμό εικόνας και εντοπισμό επιπέδων και τη διαδικασία εφαρμογής τους με το πακέτο ARCore. Ο εντοπισμός αποδείχτηκε αρκετά ακριβείς με αυτό το πακέτο και με τη βοήθεια του unity μπορούν να δημιουργηθούν και να προγραμματιστούν τρισδιάστατα αντικείμενα εύκολα και γρήγορα.

Όμως, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα. Η κάμερα έχει πολύ σημαντικό ρόλο σε αυτή τη τεχνολογία για τον εντοπισμό αντικειμένων αλλά και για τον εντοπισμό θέσης στο χώρο. Σε αυτή τη περίοδο η κάμερες του κινητού δεν είναι αρκετά καλές για τελείως ακριβής εντοπισμό. Ίσως χρειαστεί να περάσουν κάποια χρόνια για να δούμε τέτοιου είδους αποτέλεσμα.

## Βιβλιογραφία

- [1] Julie Carmigniani & Borko Furht & Marco Anisetti & Paolo Ceravolo & Ernesto Damiani & Misa Ivkovic "Augmented reality technologies, systems and applications" Springer Science+Business Media, LLC 2010.
- [2] Ronald T. Azuma "A Survey of Augmented Reality" *Presence*, vol 6, No. 4, August 1997.
- [3] IVAN E. SUTHERLAND "A head-mounted three dimensional display" University of Utah Salt Lake City, Utah 1968.
- [4] Paul Viola and Michael Jones "Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features" TR-2004-043 May 2004 .
- [5] Fayez Tarsha-Kurdi, Tania Landes, Pierre Grussenmeyer. EXTENDED RANSAC ALGORITHM FOR AUTOMATIC DETECTION OF BUILDING ROOF PLANES FROM LIDAR DATA. *The photogrammetric journal of Finland*, 2008, 21 (1), pp.97-109.
- [6] M F Syahputra , F Hardywantara and U Andayani "Augmented Reality Virtual House Model Using ARCore Technology Based on Android" Department of Information Technology, Faculty of Computer Science and Information Technology, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia. et al 2020 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1566 012018.
- [7] Hirokazu Kato and Mark Billinghurst "Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System" Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University Human Interface Technology Laboratory, University of Washington *Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality '99*, pp.85-94, October 20-21, 1999 San Francisco.
- [8] Jack C.P. Cheng., Keyu Chen., and Weiwei Chen. (2017). "Comparison of marker-based AR and markerless AR: A case study on indoor decoration system." In: *Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3)*, Vol. 2 .
- [9] Dhiraj Amin Sharvari Govilkar "Comparative Study of Augmented Reality Sdk's" Pillai college of Engineering, Pillai Institute of Information Technology, Engineering, Media Studies and Research *International Journal on Computational Science & Applications* February 2015.

[10] *About ARFoundation*

<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.0/manual/index.html>

[11] *Simultaneous localization and mapping*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Simultaneous\\_localization\\_and\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Simultaneous_localization_and_mapping)

[12] *ARCore*

<https://developers.google.com/ar/develop>